

# 2

**PATENT APPLICATION**

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re the Application of

Juping YANG and Yukio NAKAGAWA

Application No.: New U.S. Patent Application

Filed: June 1, 2000

Docket No.: 106327

For: IMAGE CORRECTION APPARATUS AND RECORDING MEDIUM HAVING IMAGE CORRECTION PROGRAM

JC835 U.S. PTO  
09/584268  
06/01/00



**CLAIM FOR PRIORITY**

Director of the U.S. Patent and Trademark Office  
Washington, D.C. 20231

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application filed in the following foreign country is hereby requested for the above-identified patent application and the priority provided in 35 U.S.C. §119 is hereby claimed:

Japanese Patent Application No. 11-157165 filed on June 3, 1999.

In support of this claim, a certified copy of said original foreign application:

is filed herewith.

was filed on \_\_\_\_\_ in Parent Application No. \_\_\_\_\_ filed \_\_\_\_\_.

It is requested that the file of this application be marked to indicate that the requirements of 35 U.S.C. §119 have been fulfilled and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of this document.

Respectfully submitted,



James A. Oliff  
Registration No. 27,075

JAO:TJP/crt

Thomas J. Pardini  
Registration No. 30,411

Date: June 1, 2000

OLIFF & BERRIDGE, PLC  
P.O. Box 19928  
Alexandria, Virginia 22320  
Telephone: (703) 836-6400

DEPOSIT ACCOUNT USE  
AUTHORIZATION  
Please grant any extension  
necessary for entry;  
Charge any fee due to our  
Deposit Account No. 15-0461

日本国特許庁  
PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

JC835 U.S. PTO  
09/584268  
06/01/00

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日  
Date of Application:

1999年 6月 3日

出願番号  
Application Number:

平成11年特許願第157165号

出願人  
Applicant(s):

株式会社ニコン

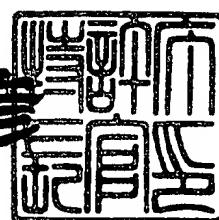
CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

Best Available Copy

1999年12月24日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

近藤 隆彦



出証番号 出証特平11-3090269

【書類名】 特許願  
【整理番号】 99-00570  
【提出日】 平成11年 6月 3日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 H04N 1/407  
【発明者】  
【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン  
内  
【氏名】 楊 菊平  
【発明者】  
【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン  
内  
【氏名】 中川 由紀夫  
【特許出願人】  
【識別番号】 000004112  
【氏名又は名称】 株式会社ニコン  
【代表者】 吉田 庄一郎  
【手数料の表示】  
【予納台帳番号】 005223  
【納付金額】 21,000円  
【提出物件の目録】  
【物件名】 明細書 1  
【物件名】 図面 1  
【物件名】 要約書 1  
【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 画像補正装置及び画像補正プログラムを記録した記録媒体。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 外部から画像データを取得する画像取得部と、前記画像データから各色成分毎に各ヒストグラムを作成するヒストグラム作成部と、前記各ヒストグラムの各平均値を算出する平均値算出部と、変換後の各ヒストグラムの各平均値が指定の基準値と各々一致するように前記各ヒストグラムを変換するヒストグラム変換部とを具えることを特徴とする画像補正装置。

【請求項2】 外部から画像データを取得する画像取得部と、前記画像データから各色成分毎に各ヒストグラムを作成するヒストグラム作成部と、前記各ヒストグラムの各平均値を算出する平均値算出部と、前記各平均値と指定された基準値との間に三つ以上の段階値を各々決定する段階値算出部と、変換後の各ヒストグラムの各平均値が前記各段階値に各々一致するように前記各ヒストグラムを変換するヒストグラム変換部とを具えることを特徴とする画像補正装置。

【請求項3】 前記各平均値が、前記各ヒストグラムの各重心値であることを特徴とする請求項1、2何れか1項記載の画像補正装置。

【請求項4】 前記ヒストグラム変換部が、補間関数を用いてヒストグラムの変換を行うことを特徴とする請求項1、2、3何れか1項記載の画像補正装置。

【請求項5】 コンピュータを、請求項1～4から選ばれた何れか1項記載の画像補正装置として機能させるための画像補正プログラムを記録した機械読み取り可能な記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、例えば印画紙に焼き付けられた後、または、フィルムで長期間保存された後、退色した写真画像や好ましくない照明条件や露出条件で撮影した写真画像、等の画像の色かぶりを補正する色かぶり補正装置、及び画像の色かぶり補正プログラムを記録した機械読み取り可能な記録媒体に関する。

【0002】

## 【従来の技術】

一般に、カメラにより撮像された写真画像は、好ましくない照明条件、及び不適切な露光条件、等の理由で色かぶりが生じることがある。また、この色かぶりは印画紙に焼き付けられた写真画像が退色した場合にも生じる。これら色かぶりのため、写真画像の色調が赤っぽくなったり緑っぽくなったりして、好もしくなくなるケースがある。

## 【0003】

従来、これらの色かぶり画像を補正するために、例えば、照明光のスペクトルを推定し、その照明光と補色関係にあるフィルター掛けを行ったり、印画紙に焼き付けるとき、3色に対して別々の時間露光し、発色の度合いを調整して色補正を行ったり、デジタル処理のとき、3色のデータを増減する露出補正により、色補正を行う方法が取られてきた。

## 【0004】

## 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、従来の照明光を推定し、その補色関係にあるフィルター掛けを行う方法は、照明光の特性を正確に推定することの困難性の問題があった。更に、仮に照明光の特性を正確に見つけることができたとしても、その補色関係にあるフィルターを準備するためのコスト的問題があった。これはハードウェア的なフィルターを準備するときのみの問題ではない。ソフトウェア的なフィルターを準備するときも、複数の照明光用のフィルターデータを準備しなければならず、このデータを作成するために、予め複数の照明光で基準となるチャートを用いて測定する必要性が生じるためにコスト的問題があった。

## 【0005】

また、露出補正による色補正方法は、フィルターを準備しなければならない、また、3色に対して適正な露光時間取得しなければならないなど、コスト的にも処理時間的にも問題があった。

本発明は、以上の問題を解決した、有効且つ簡便に画像の色かぶりを補正する色かぶり補正装置、及び画像の色かぶり補正プログラムを記録した機械読み取り可能な記録媒体を提供することにある。

## 【0006】

## 【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために、本発明は第一に、「外部から画像データを取得する画像取得部と、前記画像データから各色成分毎に各ヒストグラムを作成するヒストグラム作成部と、前記各ヒストグラムの各平均値を算出する平均値算出部と、変換後の各ヒストグラムの各平均値が指定の基準値と各々一致するように前記各ヒストグラムを変換するヒストグラム変換部とを具えることを特徴とする画像補正装置（請求項1）」を提供する。

## 【0007】

第二に、「外部から画像データを取得する画像取得部と、前記画像データから各色成分毎に各ヒストグラムを作成するヒストグラム作成部と、前記各ヒストグラムの各平均値を算出する平均値算出部と、前記各平均値と指定された基準値との間に三つ以上の段階値を各々決定する段階値算出部と、変換後の各ヒストグラムの各平均値が前記各段階値に各々一致するように前記各ヒストグラムを変換するヒストグラム変換部とを具えることを特徴とする画像補正装置（請求項2）」を提供する。

## 【0008】

第三に、「前記各平均値が、前記各ヒストグラムの各重心値であることを特徴とする請求項1、2何れか1項記載の画像補正装置（請求項3）」を提供する。

第四に、「前記ヒストグラム変換部が、補間関数を用いてヒストグラムの変換を行うことを特徴とする請求項1、2、3何れか1項記載の画像補正装置（請求項4）」を提供する。

## 【0009】

第五に、「コンピュータを、請求項1～4から選ばれた何れか1項記載の画像補正装置として機能させるための画像補正プログラムを記録した機械読み取り可能な記録媒体（請求項5）」を提供する。

## 【0010】

## 【発明の実施の形態】

コンピュータを使用した本発明の実施形態の画像補正装置は、図5にその全体

構成が示される。

図5に於いて、コンピュータ1は、CPU(マイクロプロセッサ)2を具える。CPU2には、キーボードやマウスなどから成る入力装置3、ハードディスク6、メモリ7、画像処理ボード8、及びインターフェースボード10が接続される。この画像処理ボード8の画像出力端子には表示装置が接続される。インターフェースボード10には、外部記録媒体などの外部機器11が接続される。CPU2にはCD-ROMドライブ装置12が接続され、このCD-ROMドライブ装置12には、画像補正プログラム、及びそのインストールプログラムを記録したCD-ROM13が挿入される。

#### 【0011】

このCD-ROM13内のインストールプログラムによって、CPU2はCD-ROM13内の画像の色かぶり補正プログラムを展開し、ハードディスク6に実行可能な状態で格納する。

#### 【本発明と実施形態の対応関係について】

請求項1、2の画像取得部は、CPU2の「外部機器11やCD-ROMドライブ装置12などから画像データを取得する機能」に対応し、ヒストグラム作成部は、CPU2の「画像データから各色成分毎に各ヒストグラムを作成する機能」に対応する。また、平均値算出部は、CPU2の「各ヒストグラムの各平均値を算出する機能」に対応し、ヒストグラム変換部は、CPU2の「変換後の各ヒストグラムの各平均値が指定の基準値と一致するよう各ヒストグラムを変換する機能」に対応する。また、請求項2の段階値算出部は、CPU2の「各ヒストグラムの各平均値と指定された基準値との間に三つ以上の段階値を各々決定する機能」に対応する。

#### 【実施形態1】

本実施形態の画像の色かぶり補正装置は、物体の平均の色は本来灰色であるという仮説の基に作られた。即ち、多成分スペクトルを有する照明光が物体に照射されたとき、その物体表面の分光反射率をその物体表面全体で平均すると、その平均分光反射率は波長に対してフラットな分布となる。従って、人間は物体表面全体を平均した色を照明光の色として感じる傾向があるのである。

## 【0012】

この仮説の基に、我々は以下のように推論した。完全にフラットなスペクトルを持った照明光により照射された物体の色は平均してフラットなスペクトルを持っている筈である。完全にフラットなスペクトルを持った照明光で照射された平均してフラットなスペクトルを持つ物体の色即ち画像の色が、人間にとて最も好ましく感じられるならば、逆に、画像全体の平均の色がフラットなスペクトルに対応するグレーであれば、この画像はフラットなスペクトルを有する光源で照射された画像の色と等価であり、色調が好ましい筈である。即ち、画像全体の平均の色がグレーでなければ、これをフラットなスペクトルに対応するグレーになるように、即ち各色成分のヒストグラムを各平均値が相互に等しくなるよう補正すれば、フラットでなく、且つ好ましくないスペクトルを有する照明光の影響のみならず、露出が不適正な場合や退色した場合の影響を画像から除去できる筈である。我々は、鋭意研究の結果以上のこと気に付いた。本実施形態は以上の考え方の基に行われた。

## 【0013】

図1は本発明の実施形態1の画像の色かぶり補正装置の動作を説明するフローチャートである。本実施形態は、請求項1、3、4、5の発明に対応する。

以下図1の段階番号を参照して画像補正の動作を説明する。

先ず、ユーザが画像の色かぶり補正プログラムを起動すると、C P U 2は補正対象の画像ファイルを開き、画像データを取得する（S1）。

## 【0014】

次に、画像データからR、G、B各色成分毎にヒストグラムを作成する（S21、S22、S23）。

次に、R、G、B各色成分毎にヒストグラムの平均値 $R_{ave}$ 、 $G_{ave}$ 、 $B_{ave}$ を算出する（S31、S32、S33）。

次の段階に移る前に、ユーザは基準値 $W_0$ を指定しておく（S2）。

## 【0015】

次の段階では、変換後の各々のヒストグラムの平均値が、この基準値 $W_0$ に一致するように、S21、S22、S23で求めた各ヒストグラムを変換する（S

41、S42、S43)。

この時点の画像を補正済画像とし、画像を更新する(S5)。

このようにして補正された画像は、そのR、G、B各色成分に対応する各ヒストグラムの各平均値が基準値 $W_0$ にそれぞれ一致しているので、フラットな照明光で照明された場合と等価な好ましい色調を有する。

#### [実施形態2]

本実施形態の画像の色かぶり補正装置は、実施形態1の場合と同様に灰色仮説は成立するが、実施形態1の場合に前提となっている照明光がフラットなスペクトルを持っているときに、最も好ましい画像が得られるという仮定が成り立たない場合、即ち画像が、特徴的な色調を示す照明条件で照明されている、より一般的の場合に、色かぶりを補正する。この場合、画像の平均の色は灰色でない。例えば、夕焼け時の富士山の画像や、水中で撮影された風景画像がこれに相当する。前者の場合、物体である富士山の反射率自体は平均するとフラットなスペクトルを有しても、照明光は赤味を帯びている筈である。即ちこの赤味を帯びた照明光を我々は記憶していて、印象として持っているのである。この場合に実施形態1のような補正方法を取ると、原画の印象が失われてしまうので好ましくない。実施形態2では、このような照明光の特徴を考慮に入れて色かぶりを補正するのである。

#### 【0016】

図2は本発明の実施形態2の画像の色かぶり補正装置の動作を説明するフローチャートである。本実施形態は、請求項2、3、4、5の発明に対応する。

以下図2の段階番号を参照して画像補正の動作を説明する。

先ず、ユーザが画像の色かぶり補正プログラムを起動すると、CPU2は補正対象の画像ファイルを開き、画像データを取得する(S1)。

#### 【0017】

次に、画像データからR、G、B各色成分毎にヒストグラムを作成する(S21、S22、S23)。

次に、R、G、B各色成分毎にヒストグラムの平均値 $R_{ave}$ 、 $G_{ave}$ 、 $B_{ave}$ を算出する(S31、S32、S33)。

次の段階に移る前に、ユーザは基準値 $W_0$ を指定しておく（S2）。

#### 【0018】

次の段階では、この基準値 $W_0$ と前の段階で算出した各平均値との各差異 $|W_0 - R_{ave}|$ 、 $|W_0 - G_{ave}|$ 、 $|W_0 - B_{ave}|$ を算出する（S41、S42、S43）。

次の段階に移る前に、ユーザは各平均値（ $R_{ave}$ 、 $G_{ave}$ 、 $B_{ave}$ ）と $W_0$ との間の段階数 $k$ （ $k \geq 3$ ）を指定しておく（S3）。

#### 【0019】

次の段階では、各平均値（ $R_{ave}$ 、 $G_{ave}$ 、 $B_{ave}$ ）と $W_0$ との間に順に各々 $k$ 個の段階値を算出する。（S51、S52、S53）ここで、1番目の段階値を各平均値と、そして $k$ 番目の段階値を各色成分に対して共通の基準値 $W_0$ と決める。

次に、変換後の各ヒストグラムの平均値が、 $k$ 番目の各段階値に一致するよう各ヒストグラムを変換する。（S61、S62、S63）

次に、画像を更新する。（S7）

次に画像の色が良いかどうかを評価する。（S8）

YES（色が良い）なら、処理を終了する。

#### 【0020】

NO（色が良くない）なら、 $k$ の値を1だけ減ずる。（S9）

次に、減じた $k$ の値が $k = 1$ であるかどうかを判定する。（S10）

最初のループでは常にNO（ $k \neq 1$ ）であるので、各々、S61、S62、S63の段階に戻り、変換後の各ヒストグラムの平均値が、1だけ減じられた $k$ 番目の各段階値に等しくなるように各ヒストグラムを変換し、更に、S7の段階で画像を更新し、S8で色が良いかどうかを判定する。

#### 【0021】

S8でYES（色が良い）なら、処理を終了する。

NO（色が良くない）なら、S9を経由して、S10にて $k$ の値が $k = 1$ であるかどうかを判定する。

NO（ $k \neq 1$ ）ならば、各々、S61、S62、S63の段階に戻り、これ以

降の動作は全て既に説明した。

【0022】

YES ( $k = 1$ ) ならば、このときの段階値は原画像のヒストグラムの平均値に対応するので、次の三つの段階の何れか一つに移行する。

第一は、S2の基準値  $W_0$  、S3の段階数  $k$  の少なくとも一方を変えて、再度図2の処理を行う。

第二は、画像を更新しないで処理を終了する。

【0023】

第三は、図2のフローチャートに示されない段階に移行する。

本実施形態に於いて、S3での段階数の指定は予め設定することによって行つても、その都度ユーザが入力しても何れでも良い。

また、各平均値 ( $R_{ave}$ 、 $G_{ave}$ 、 $B_{ave}$ ) と  $W_0$  との間の各々  $k$  個の段階値は、好ましくは等間隔で決定される。

【0024】

以上説明した実施形態1、実施形態2に於いて、画像のB、G、R各色成分に対する各ヒストグラムの各平均値、 $R_{ave}$ 、 $G_{ave}$ 、 $B_{ave}$  は、各々次式で求められる。

$$\begin{aligned} R_{ave} &= \sum F_R(x) * P_R(x) \\ G_{ave} &= \sum F_G(x) * P_G(x) \quad | \quad \text{式1} \\ B_{ave} &= \sum F_B(x) * P_B(x) \end{aligned}$$

ここで、 $x$ は画像の輝度レベルを表し、通常の場合、8ビットデータに対応し、最小値0、最大値255であり、 $\Sigma$ は $x$ の0から255までの値に対して加算される。

【0025】

$P_R(x)$ 、 $P_G(x)$ 、 $P_B(x)$  は、各々、画像のB、G、R各色成分の、各総画素数に対する、輝度レベル  $x$  の各画素数の比率である。

$F_R(x)$ 、 $F_G(x)$ 、 $F_B(x)$  は、各々  $x$  の任意関数である。これらの関数の形として、 $x$ 、 $x^2$ 、 $(x - \underline{x})^2$ 、等が考えられる。ここで、 $\underline{x}$ はヒストグラムの重心であり、後述の  $W_R$ 、 $W_G$ 、及び  $W_B$  に相当する。これらの中で

、特に、

$$F_R(x) = F_G(x) = F_B(x) = x \quad \text{式2}$$

が好ましく用いられ、このとき、各平均値、 $R_{ave}$ 、 $G_{ave}$ 、 $B_{ave}$ は、各々、各ヒストグラムの各重心値 $W_R$ 、 $W_G$ 、 $W_B$ に一致し、 $R_{ave} = W_R$ 、 $G_{ave} = W_G$ 、及び $B_{ave} = W_B$ の関係が成立する。

#### 【0026】

更に、実施形態1、実施形態2に於いて、基準値 $W_0$ として好ましくは、各色成分のヒストグラムの平均値の平均値、

$$\text{即ち、 } W_0 = (R_{ave} + G_{ave} + B_{ave}) / 3$$

または、

各色成分のヒストグラムの平均値の最大値

$$\text{即ち、 } W_0 = \max(R_{ave}, G_{ave}, B_{ave})$$

が好ましく用いられる。

#### 【0027】

平均値を選んだ場合は、補正後の画像が原画に忠実という効果があり、最大値を選んだ場合は、原画像が暗いときに補正後の画像が同時に明るくなる効果がある。

更に、実施形態1、実施形態2に於いて、各色成分のヒストグラムの平均値を指定値S（指定値Sは、実施形態1では基準値、実施形態2ではk番目の段階値に相当する）に等しくする変換は、補間関数を用いて行う。補間関数として、図6（a）、（b）に示すように折れ線（a）や曲線（b）を用いて行なわれる。階調レベルを滑らかに変換するために、好ましくは曲線を、例えば、簡便のために二次関数を用いて行なわれる。図6は、色成分Rのヒストグラムについてのみ示しているが、他の色成分についても同様に示される。図6に於いて、 $x_{min}$ 、 $x_{max}$ 、 $R_{ave}$ は各々変換前の輝度レベルの最小値、最大値、平均値である。

#### 【0028】

更にまた、実施形態1、実施形態2に於いて、S2での基準値の指定は予め設定することによって行っても、その都度ユーザが入力しても何れでも良い。

#### 【0029】

## 【実施例】

## 【実施例1】

本実施例は実施形態1に対応する。

本実施例のフローチャートは図3に示される。

先ず、ユーザが画像の色かぶり補正プログラムを起動すると、CPU2は補正対象の画像ファイルを開き画像データを取得する。(S1)

次に、各色成分毎、各輝度レベル毎に、画像の画素数が算出される。(S21  
1、S212、S213)

次に、各色成分毎、各輝度レベル毎に、画像の画素数の総画素数に対する比率  
 $P_R(x)$ 、 $P_G(x)$ 、 $P_B(x)$ が各々算出され、各ヒストグラムを得る。  
(S221、S222、S223)

次に、S31、S32、S33の段階では式1と式2とを用いて平均値が算出される。得られた各ヒストグラムの平均値 $R_{ave}$ 、 $G_{ave}$ 、 $B_{ave}$ は各々、各ヒストグラムの重心値となるので、これらを各々 $W_R$ 、 $W_G$ 、 $W_B$ と呼び換える。

## 【0030】

次の段階に移る前に基準値 $W_0$ を指定しておく。(S2)

次に、変換後の各ヒストグラムの各重心値が、S2の段階で与えられた基準値 $W_0$ に一致するように、S221、S222、S223で求めた各ヒストグラムを変換する。

具体的には、以下のようにして行う。

## 【0031】

本実施例では二次関数を使って変換するが、この関数に限られるものではない。その二次関数 $f(x)$ を、

$$f(x) = ax^2 + bx + c \quad 式3$$

と置く。但し、a、b、cは定数である。

今、変換対象を色成分Rのヒストグラムとし、その輝度レベルの最小値、最大値、重心値を各々0、255、 $W_R$ とする。

## 【0032】

これらの値を式3に代入し、xの0、255、 $W_R$ に対し、 $f(x)$ を各々、

0、255、 $W_0$  と置く。

すると、

$$f(0) = c = 0 \quad \text{式4}$$

$$\text{且つ, } f(255) = a \times 255^2 + b \times 255 + c = 255 \quad \text{式5}$$

$$\text{且つ, } f(W_R) = a W_R^2 + b W_R + c = W_0 \quad \text{式6}$$

の関係が成立する。

#### 【0033】

このようにして、上記3元1次方程式、式4、式5、式6を解いて a、b、c を求め、

$f(x)$  の関数形を決定する。 (S411)

以上の段階は、変換対象の色成分Gのヒストグラム、及び色成分Bのヒストグラムについても独立に並行して行われ、各々に対して  $f(x)$  の関数形が独立に決定される。 (S412、S413)

次に、色成分Rのヒストグラムをこの  $f(x)$  により変換する。具体的には、変換前の輝度レベルを  $x$  とすると、変換後の新ヒストグラムの各輝度レベルは、 $f(x)$  により算出される。このとき輝度レベル  $x$  に対する画素数比率は、輝度レベル  $f(x)$  に対する画素数比率に移行する。このようにしてヒストグラムが変換される。 (S421)

以上の段階は、変換対象の色成分Gのヒストグラム、及び色成分Bのヒストグラムに対しても並行して行われ、各々に対してヒストグラムが変換される。 (S422、S423)

このようにしてR、G、B各色に対する各ヒストグラムが変換された後、S31、S32、S33の段階で行ったのと同様に、変換後の各ヒストグラムに対して各重心値  $W_R$ 、 $W_G$ 、 $W_B$  を算出する。 (S431、S432、S433)

次に、これらの各重心値  $W_R$ 、 $W_G$ 、 $W_B$  が  $W_0$  と各々等しいかどうかを判定する。 (S441、S442、S443)

ここで、YES(等しい) ならば、次の段階に進む。

#### 【0034】

NO(等しくない) ならば、各々 S411、S421、S431 に戻り、変換

後のヒストグラムを再度変換し、変換後の各重心値が  $W_0$  と等しくなるまで以上のループを繰り返す。

このように、S414、S424、S434で全てがYESになった段階で画像を更新し(S5)、処理を終了する。

### [実施例2]

本実施例は実施形態2に対応する。

#### 【0035】

本実施例のフローチャートは図4に示される。

先ず、ユーザが画像の色かぶり補正プログラムを起動すると、CPU2は補正対象の画像ファイルを開き、画像データを取得する。(S1)

次に、各色成分毎、各輝度レベル毎に、画像の画素数が算出される。(S21  
1、S212、S213)

次に、各色成分毎、各輝度レベル毎に、画像の画素数の総画素数に対する各比率  $P_R(x)$ 、 $P_G(x)$ 、 $P_B(x)$  が算出され、ヒストグラムを得る。(S221、S222、S223)

次に、S31、S32、S33の段階では式1と式2とを用いて平均値が算出される。得られた各ヒストグラムの平均値  $R_{ave}$ 、 $G_{ave}$ 、 $B_{ave}$  は各々、各ヒストグラムの重心値となるので、これらを各々  $W_R$ 、 $W_G$ 、 $W_B$  と呼び換える。

#### 【0036】

次の段階に移る前に基準値  $W_0$  を指定しておく。(S2)

次の段階では、この基準値  $W_0$  と前の段階で算出した各重心値との各差異  $|W_0 - W_R|$ 、 $|W_0 - W_G|$ 、 $|W_0 - W_B|$  を算出する。(S41、S42、S43)

次の段階に移る前に、ユーザは  $W_0$  と各重心値 ( $W_R$ 、 $W_G$ 、 $W_B$ ) との間の段階数  $k$  ( $k \geqq 3$ ) を指定しておく。(S3)

次の段階では、各重心値 ( $W_R$ 、 $W_G$ 、 $W_B$ ) と  $W_0$  との間に、各々等間隔に  $k$  個の段階値 ( $W_{kR}$ 、 $W_{kG}$ 、 $W_{kB}$ ) を算出する。(S51、S52、S53) ここで、1番目の段階値を各ヒストグラムの各重心値と、そして  $k$  番目の段階値を基準値  $W_0$  と決める。

## 【0037】

次に、変換後の各ヒストグラムの重心値が、変換前の各ヒストグラムに対する  $k$  番目の各段階値 ( $W_{kR}$ ,  $W_{kG}$ ,  $W_{kB}$ ) に一致するように、各ヒストグラムを変換する。

具体的には、以下のようにして行う。

本実施例では二次関数を使って変換するが、この関数に限られるものではない。二次関数  $f(x)$  を、

$$f(x) = ax^2 + bx + c \quad \text{式7}$$

と置く。但し、 $a$ 、 $b$ 、 $c$  は定数である。

## 【0038】

今、変換対象を色成分 R のヒストグラムとし、その輝度レベルの最小値、最大値、重心値を各々 0, 255,  $W_R$  とする。

これらの値を式7に代入し、 $x$  の 0, 255,  $W_R$  に対し、 $f(x)$  を各々、0, 255,  $W_{kR}$  と置く。

すると、

$$f(0) = c = 0 \quad \text{式8}$$

$$\text{且つ、 } f(255) = a \times 255^2 + b \times 255 + c = 255 \quad \text{式9}$$

$$\text{且つ、 } f(W_R) = a W_R^2 + b W_R + c = W_{kR} \quad \text{式10}$$

の関係が成立する。

## 【0039】

このようにして、上記3元1次方程式、式8、式9、式10を解いて  $a$ 、 $b$ 、 $c$  を求め、 $f(x)$  の関数形を決定する。(S611)

以上の段階は、変換対象の色成分 G のヒストグラム、及び色成分 B のヒストグラムについても並行して行われ、各々に対して  $f(x)$  の関数形が独立に決定される。(S612, S613)

次に、色成分 R のヒストグラムをこの  $f(x)$  により変換する。具体的には、変換前の輝度レベルを  $x$  とすると、変換後の新ヒストグラムの各輝度レベルは、 $f(x)$  により算出される。このとき輝度レベル  $x$  に対する画素数比率は、輝度レベル  $f(x)$  に対する画素数比率に移行する。このようにしてヒストグラムが

変換される。 (S 621)

以上の段階は、変換対象の色成分Gのヒストグラム、及び色成分Bのヒストグラムに対しても並行して行われ、各々に対してヒストグラムが変換される。 (S 622、S 623)

このようにしてR、G、B各色に対するヒストグラムが変換された後、S 31、S 32、S 33の段階で行ったように、変換後の各ヒストグラムに対して各重心値 $W_R$ 、 $W_G$ 、 $W_B$ を算出する。 (S 631、S 632、S 633)

次に、これらの各重心値 $W_R$ 、 $W_G$ 、 $W_B$ が各 $W_{kR}$ 、 $W_{kG}$ 、 $W_{kB}$ と各々等しいかどうかを判定する。 (S 641、S 642、S 643)

ここで、YES (等しい) ならば、各々次の段階に進む。

#### 【0040】

NO (等しくない) ならば、各々S 611、S 612、S 613に戻り、更に変換を行い、変換後の各重心値が各 $W_{kR}$ 、 $W_{kG}$ 、 $W_{kB}$ と各々等しくなるまでこのループを繰り返す。

このように、S 641、S 642、S 643が全てYESになった段階で画像を更新する。 (S 7)

次に画像の色が良いかどうかを評価する。 (S 8)

YES (色が良い) なら、処理を終了する。

#### 【0041】

NO (色が良くない) なら、kの値を1だけ減ずる。 (S 9)

次に、減じたkの値がk=1であるかどうかを判定する。 (S 10)

最初のループでは常にNO ( $k \neq 1$ ) であるので、各々、S 611、S 612、S 613の段階に戻り、1だけ減じられたk番目の各段階値に対して各色成分に対する各 $f(x)$ の関数形を決め、S 621、S 622、S 623の段階と、S 631、S 632、S 633の段階と、S 641、S 642、S 643の段階を経て、S 7の段階で画像を更新し、S 8で色が良いかどうかを判定する。

#### 【0042】

S 8でYES (色が良い) なら、処理を終了する。

NO (色が良くない) なら、S 9を経て、S 10にてkの値がk=1であるかど

うかを判定する。

NO ( $k \neq 1$ ) ならば、各々、S611、S612、S613の段階に戻り、これ以降の動作は全て説明した。

#### 【0043】

YES ( $k = 0$ ) ならば、このときの段階値は原画像のヒストグラムの平均値に対応するので、次の三つの段階の何れか一つに移行する。

第一は、S2の基準値 $W_0$ 、S3の段階数 $k$ の少なくとも一方を変えて、再度図4の処理を行う。

第二は、画像を更新しないで処理を終了する。

#### 【0044】

第三は、図2のフローチャートに示されない段階に移行する。

#### 【0045】

##### 【発明の効果】

以上の通り、本発明の実施形態1によれば、物体の色が本来灰色で、照明光がフラットな場合の画像に相当する色調に画像を補正することができ、実施形態2によれば、ヒストグラムの重心を柔軟に変換できるので、実施形態1の場合に前提となっている照明光がフラットなスペクトルを持っているときに、最も好ましい画像が得られるという仮定が成り立たない場合、即ち、特徴的な色調を示す照明条件の元で撮影された画像でも、撮影時の照明光の色調の印象を保ちながら好ましく画像補正できる。実施例1、実施例2によれば、ヒストグラムの変換に二次関数を用いているので、輝度レベルを滑らかに変換することができ、好ましい補正画像が得られる。

#### 【0046】

更に、請求項5の発明によれば、以上の好ましい画像補正をコンピュータ上で実現することが可能となる。

##### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態1の画像補正装置の主要部分のフローチャートである。

【図2】本発明の実施形態2の画像補正装置の主要部分のフローチャートで

ある。

【図3】本発明の実施例1の画像補正装置の主要部分のフローチャートである。

【図4】本発明の実施例2の画像補正装置の主要部分のフローチャートである。

【図5】本発明のハードウェア構成の概要図である。

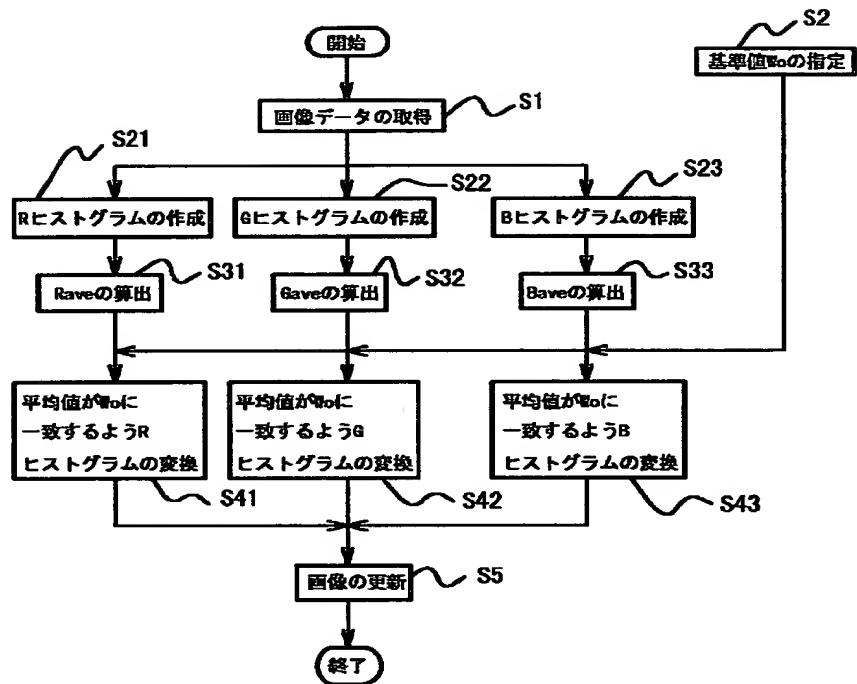
【図6】直線(a)と直線(b)によるヒストグラムの変換を示す。

【符号の説明】

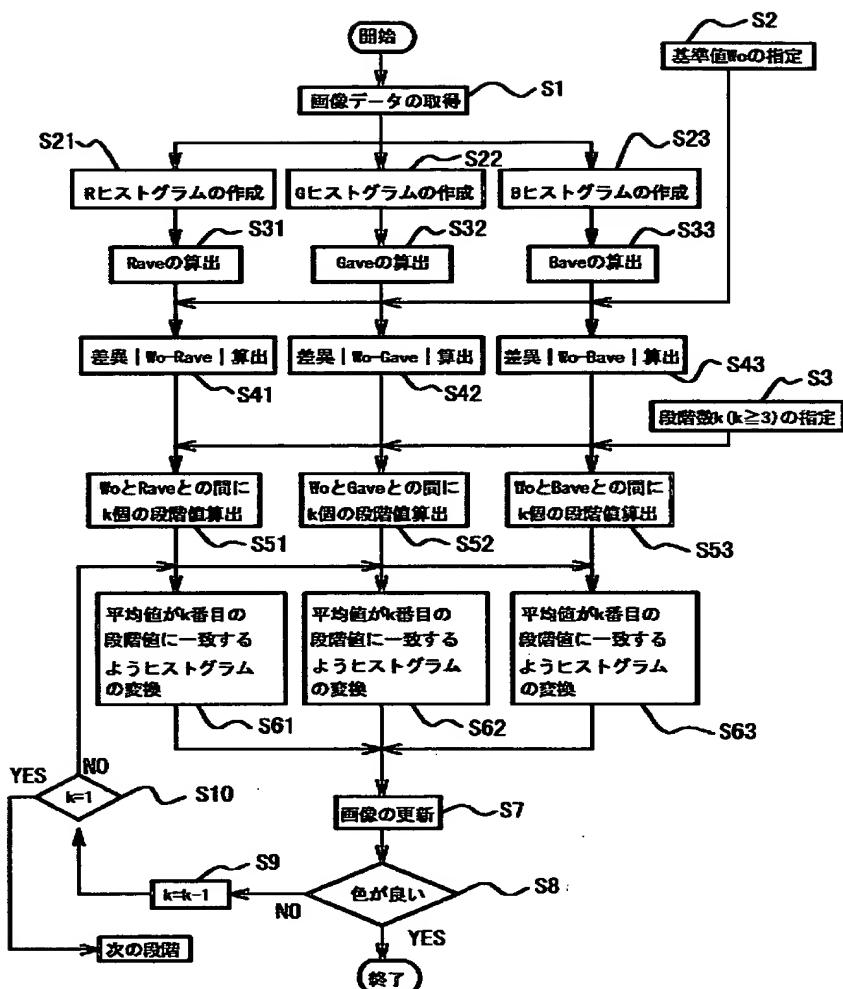
- 1 コンピュータ
- 2 C P U
- 3 入力装置
- 7 メモリ
- 8 画像処理ボード
- 9 表示装置
- 10 インターフェースボード
- 11 外部機器
- 12 C D - R O M ドライブ装置
- 13 C D - R O M
- 14 補正前の画像
- 15 補正後の画像

【書類名】 図面

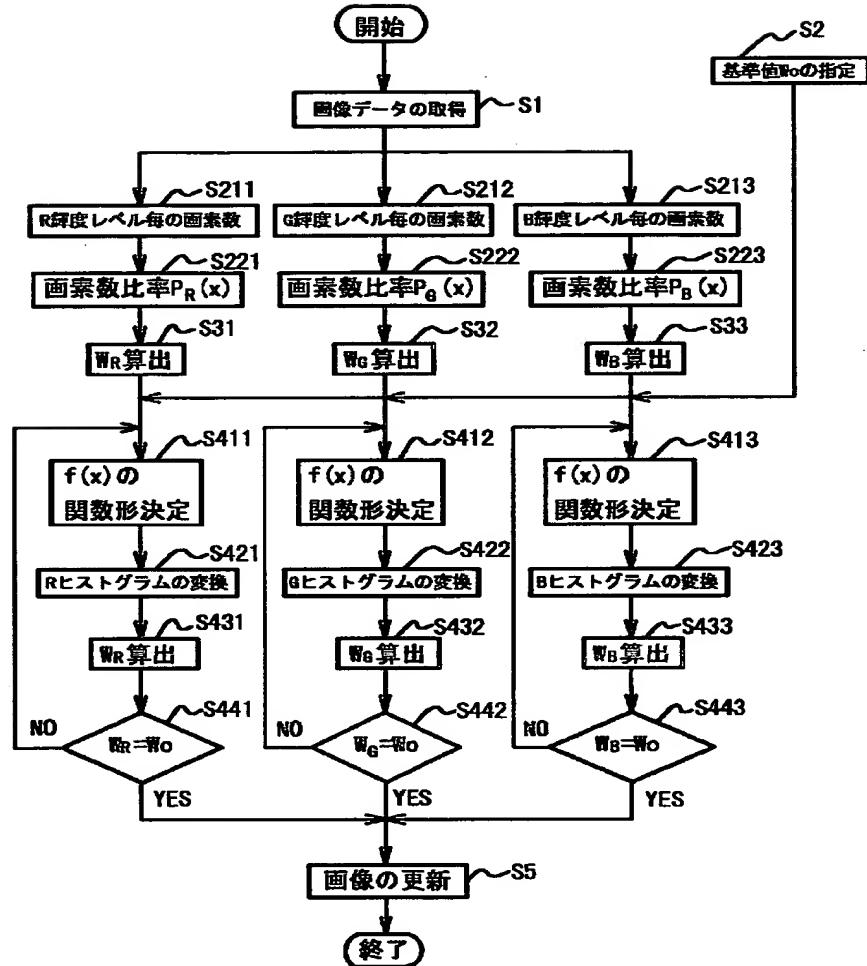
【図1】



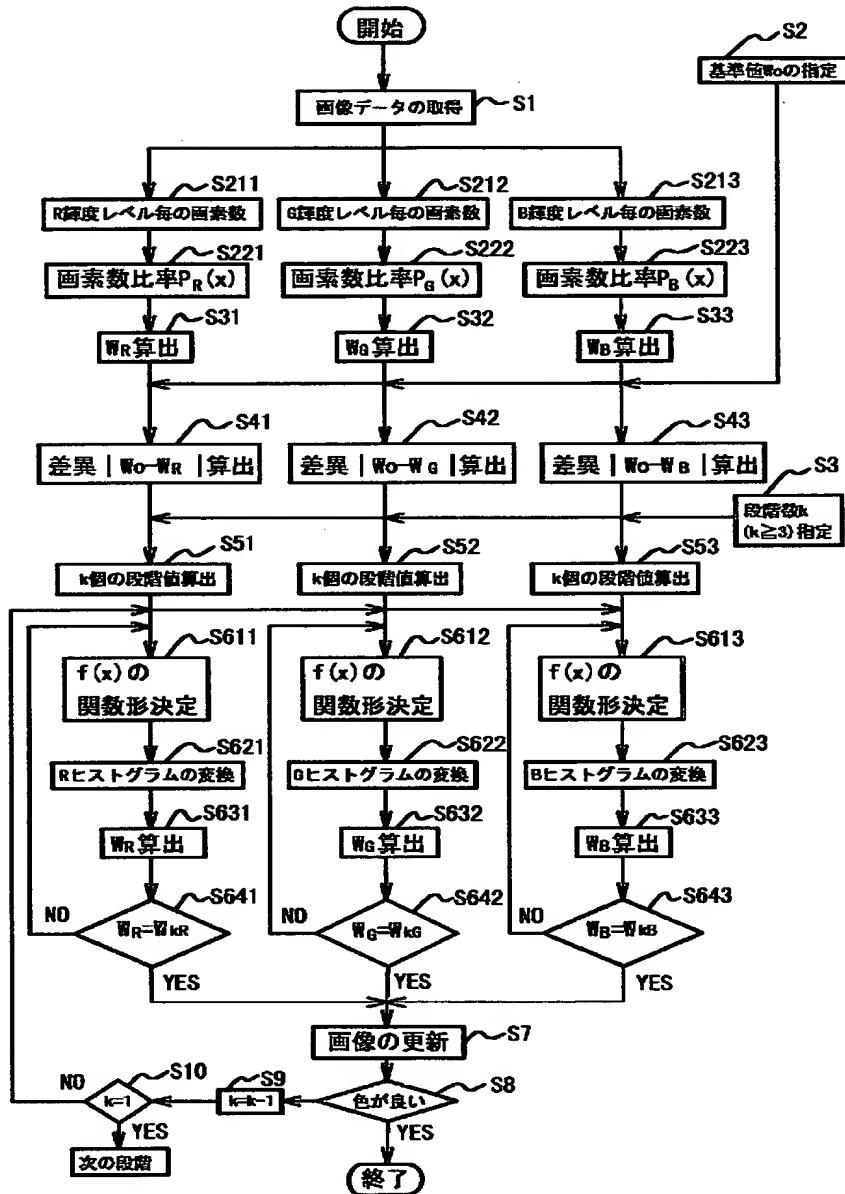
【図2】



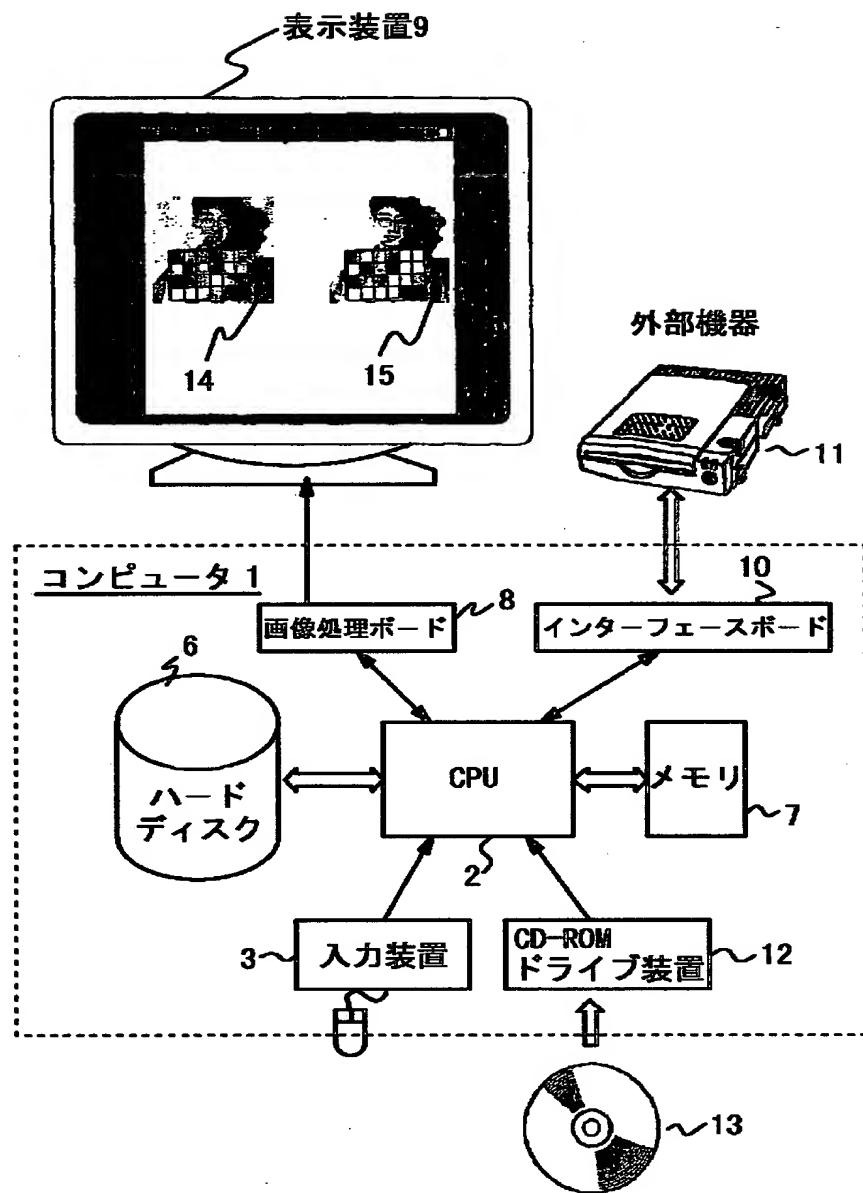
【図3】



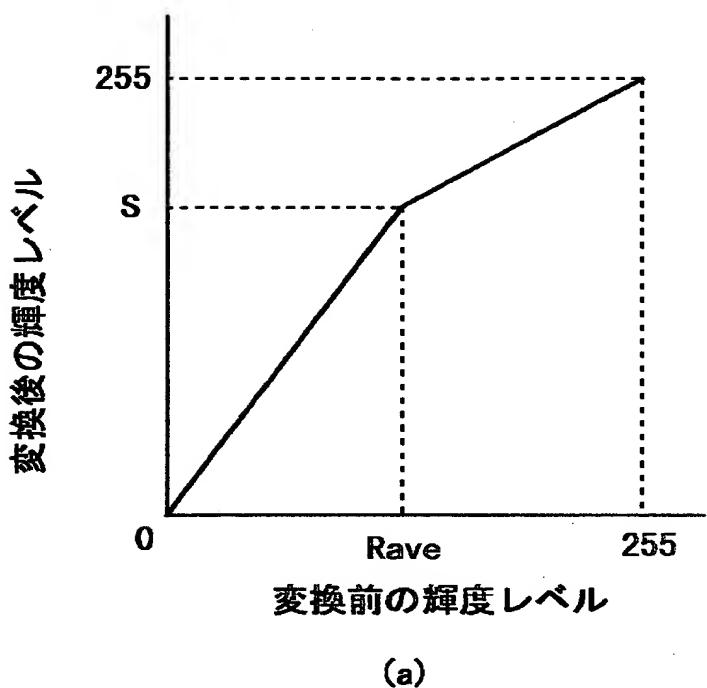
【図4】



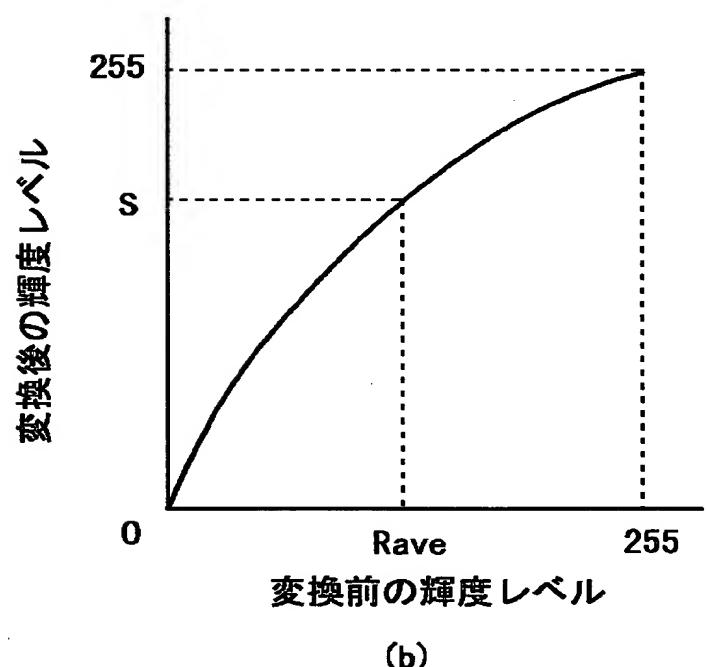
【図5】



【図 6】



(a)



(b)

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 従来、好ましくない照明条件、等で生じた色かぶり画像を補正するために、照明光のスペクトルを推定し、その照明光の補色関係にあるフィルター掛けを行う方法などが行われてき来たが、照明光の正確な推定の困難性の問題、その補色関係にあるフィルターを準備するために費用が掛かる問題があった。

【解決手段】 本発明は、灰色仮説に従って補正する。そのため、本画像補正装置は、外部から画像データを取得する画像取得部と、画像データから各色成分毎に各ヒストグラムを作成するヒストグラム作成部と、各ヒストグラムの各平均値を算出する平均値算出部と、変換後の各ヒストグラムの各平均値が指定の基準値と一致するよう各ヒストグラムを変換するヒストグラム変換部とを具える。

【選択図】 図1

出願人履歴情報

識別番号 [000004112]

1. 変更年月日 1990年 8月29日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

氏 名 株式会社ニコン

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**